

福建省各种运输方式分工协作发展研究

刘娜翠, 侯秀英, 周 川

(福建农林大学交通与土木工程学院, 福建 福州 350002)

[摘要] 根据福建省2003—2012年各种运输方式下的旅客及货物运输变化,从运量和周转量两个指标的变化情况分析各种运输方式的发展现状,运用数据包络分析方法,分析评价了福建省各运输方式之间的发展协调性.结果表明,近10年来福建省运输方式的整体协调性较好,但离完全协调还有一定的差距.提出了相关的发展建议,以促进各运输方式进一步协作发展.

[关键词] 运输方式;分工协作;协调发展;数据包络分析法

[中图分类号] U 116.1

[文献标志码] A

Study on the Development of the Division and Coordination Among the Transportation Modes in Fujian

LIU Na-cui, HOU Xiu-ying, ZHOU Chuan

(Traffic and Civil Engineering College, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Based on the passenger and freight transport variation of transportation modes from 2003 to 2012 in Fujian province, the current development situation is analyzed with the variation of the traffic and turn-over volumes, and the extent of development and co-ordination between the transportation modes is evaluated through data envelopment analysis. The results show that in the different transportation modes have been co-ordinated well in general, but not yet in a perfect way. Some relevant suggestions are put forward in order to further enhance the the co-ordination among the transportation modes.

Key words: transportation modes; division of labor cooperation; coordination development; data envelopment analysis

0 引言

福建省地处东南沿海,多山多川,深谷沟壑遍布,平原地带稀少,运输系统发展相对薄弱,因此运输一直是制约福建发展的瓶颈.随着经济的快速发展和海西合作的进一步推进,不同运输方式的分工协作引起了学者的普遍关注^[1-2].各种运输方式在合理分工的基础上,扬长避短,实行有效协作,才能发挥各种运输方式的技术和经济优势,才能满足人们快速出行的需求和提高物流服务的效率.因此,对福建省各种运输方式发展现状全面分析并对其相互间的协调性进行评价,对引导运输系统未来的合理化发展具有重要意义.

[收稿日期] 2015-01-21

[修回日期] 2015-04-20

[基金项目] 福建省科技计划重点项目(2008Y0007);福建农林大学科技创新(培育)团队资助计划(pytd12006)

[作者简介] 刘娜翠(1977—),女,副教授,硕士,主要从事物流优化、运输组织等研究, E-mail: lncui2000@163.com. 通信作者: 侯秀英(1972—),女,副教授,硕士.从事物流技术研究. E-mail: 714005649@qq.com.

1 福建省各种运输方式的发展分析

福建省地域特殊，东部福州、厦门、漳州、泉州等为临海城市，发展水路运输具有得天独厚的条件。北部南平、龙岩、三明等市多为山区，公路运输是这些区域主要的运输方式^[3]。不同运输方式（由于管道运输具有特殊性，并与其他运输方式之间的关联性及互相影响较小，故文章暂不考虑管道运输方式）在福建省各地区发挥着各自应有的作用，目前随着福建省运输基础设施的迅速发展，旅客及货物的运输量都有明显的增长趋势。

1.1 各种运输方式的旅客运输发展分析

公路运输在福建省旅客运输中占绝对主导地位，从表 1（数据来源于《福建统计年鉴—2013》）分析得知，从 2003—2012 年公路旅客运输量占福建省总的旅客运量比例在 90% 以上，而铁路、水路及航空这三种运输方式总的运量比例则不超过 10%。但近年来公路运输完成的旅客运量呈减少的趋势，由 2003 年的 94.53% 减少到 2012 年的 89.63%；而铁路方面则呈递增趋势，截止 2012 年底，所占比例达到 6.32%；航空运输完成的客运量逐渐增加，从 2003 年的 1.02% 增加至 2012 年的 2.01%，增加近 1 倍；水路运输实现的客运量也在缓慢增长，但增长幅度较小。

从旅客周转量来看，公路旅客周转量近 10 年来呈不断下降趋势，从 2003 年的 66% 下降到 2012 年的 47.7%，其他几种运输方式完成的旅客周转量呈不断增长趋势。特别是航空运输旅客周转量近些年来增加快速，从 2003 年的 13.5% 增加到 2012 年的 28%，增长了一倍多，说明随着人们生活水平的提高，远距离出行，选择航空运输的比例在增大，各种运输方式的分工协作状况在不断发生变化。

表 1 2003—2012 年福建省旅客运输量
Tab. 1 Passenger transport volume of Fujian province from 2003 to 2012

年份 Year	客运量/（万人） Passengervolume/(Ten thousand people)				客运周转量 /（亿人·km） Passengerturnover/(Hundred million people·km)			
	公路 Highway	铁路 Railway	水路 Waterway	航空 Airway	公路 Highway	铁路 Railway	水路 Waterway	航空 Airway
2003	45483	1417	707	490.61	257.55	78.85	1.11	52.68
2004	50862	1568	897	623.24	286.52	85.30	1.32	68.26
2005	52452	1486	985	692.19	309.99	87.90	1.39	78.54
2006	55713	1730	1148	778.50	335.28	98.60	1.50	89.61
2007	60088	1911	1320	924.92	375.46	100.98	1.75	109.74
2008	68409	2066	1305	961.89	338.06	108.30	1.67	113.73
2009	71586	2083	1340	1112.39	360.26	103.60	1.83	132.07
2010	70714	3640	1444	1356.10	346.68	137.70	2.14	162.23
2011	73259	4696	1596	1531.65	360.15	172.30	2.41	188.97
2012	75044	5295	1701	1684.39	368.52	184.78	2.72	215.91

1.2 各种运输方式的货物运输发展分析

由福建省 2003—2012 年货物运输相关数据如表 2（数据来源于《福建统计年鉴—2013》）所示，由表 2 分析可得，公路运输和水路运输几乎承担了福建省货物所有的运量，公路完成的运量近 10 年来所占比例稳定在 70% 左右；从历年的发展情况看，铁路的货运量比例呈下降的趋势，2012 年铁路货运量只占总货运量的 4.58%，水路运输完成的货运量略有缓慢增长，航空货运量基本维持在 0.02% 左右。

表2 2003—2012年福建省货物运输量

Tab.2 Freight transport volume of Fujian province from 2003 to 2012

年份 Year	货运量/(10 ⁴ t) Freight volume/(Ten thousand ton)				货运周转量/(10 ⁸ t·km) Freight turnover/(Hundred million ton·km)			
	公路 Highway	铁路 Railway	水路 Waterway	航空 Airway	公路 Highway	铁路 Railway	水路 Waterway	航空 Airway
2003	23884	3206	6324	7.84	193.50	194.34	835.07	9146
2004	25964	3739	7567	8.78	216.10	219.10	964.99	10655
2005	27579	3601	9210	10.09	238.25	201.95	1134.64	12655
2006	29806	3646	10841	10.96	266.34	201.70	1434.92	14017
2007	34829	3595	12130	12.15	317.44	209.70	1553.84	15742
2008	38367	3681	15193	12.41	483.57	207.80	1708.39	16458
2009	40317	3631	14271	12.66	507.23	182.70	1785.85	16770
2010	45575	3765	16803	15.81	578.32	184.20	2218.88	21200
2011	52558	3826	18872	16.65	659.52	187.93	2554.34	23300
2012	59431	3868	21100	17.58	771.09	181.10	2922.99	25500

从货物周转量来看,除铁路货物运输周转量近几年不断下降外,其他运输方式完成的周转量基本稳定,公路运输货物周转量占总周转量的比例最小,只有2%左右,而航空运输则占到87%,说明货物运输中公路运输方式基本完成的是短距离的运输任务,铁路在货物运输中所起的作用有所减小,朝着铁路客运化方向发展,而长距离的货物中小批量的货物主要由航空运输来完成,其他的则由水路运输实现。

随着经济的不断发展,福建省各运输方式在客、货运输市场中的格局在不断发生着变化,为了使福建省各运输方式因地制宜、发挥最大作用,需要对目前各运输方式在运输系统中的协调性进行分析评价。

2 福建省各种运输方式间协调性评价

运输系统中各运输方式协调性评价是一个多目标、多层次的问题,在多目标评价中,各个因素是同时存在,且相互影响的^[4]。对于运输方式间协调程度的评价,主要考虑不同运输方式的运作过程,包含多种投入及产出的生产过程,在此采用数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)进行评价。

2.1 DEA方法

DEA方法是根据多项投入指标和多项产出指标,利用线性规划的方法,对具有可比性的同类型单位进行相对有效性评价的一种数量分析方法^[5]。它的原理是使用数学规划模型比较决策单元之间的相对效率,通过DEA模型可以得出各个决策单元的综合效率的数量指标,并据此确定其是否有效,指出非有效的原因和程度,给出分析数据,为研究者提供理论依据。DEA方法不需要考虑被评价指标量纲的同一化问题,通过最优化过程来确定决策单元的权重^[6]。评价过程是以数据为基础,以DEA决策单元中各输入输出因子为变量,能够避免传统评价方法中人为确定权重的主观随意性,在避免主观因素和简化运算、减少误差等方面有着不可低估的优越性^[7]。

设决策单元为 $DMU_i, i = 1, 2, \dots, m$, DMU_i 的输入为 $X_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})^T > 0$, 输出为 $Y_i = (y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{ri})^T > 0$, 引入变权重输入向量 V 与输出向量 U , 以对输入和输出进行综合, 其中 $V = (v_1, v_2, \dots, v_n)^T, U = (u_1, u_2, \dots, u_r)^T$, 设 DMU_i 的效率指数为输入综合与输出综合之比。以被评价的决策单元 DMU_0 的效率指数 h_0 最大为目标, 以所有决策单元的效率指数 $h_i \leq 1$ 为约束, 就可构成DEA优化模型。

2.2 运输方式间协调发展评价的 DEA 模型

1) 运输方式间的协调发展评价模型

研究运输方式 a 与 b 之间协调发展有效性时, 将 DEA 优化模型中的输入指标设置为 a 运输方式, 输出指标设置为 b 方式, 则构造以下分式规划模型^[8]:

$$\max \theta_h(a/b) = (U^T Y_b / V^T X_a). \text{ s. t. } U^T Y_{bi} / (V^T X_{ai}) \leq 1, i = 1, 2, \cdots, m; U \geq 0; V \geq 0.$$

其引入 ε 的线性规划模型为:

$$\min [\theta_h(a/b) - \varepsilon(\hat{e}^T s^- + e^T s^+)] = V_{D\varepsilon}.$$

$$\text{s. t. } \sum_{i=1}^m \lambda_{a/bi} x_i + s^- = \theta_h(a/b) x_0; \sum_{i=1}^m \lambda_{a/bi} y_i - s^+ = y_0; \rho \sum_{i=1}^m \lambda_{a/bi} = \rho, \rho = 0 \text{ 或 } 1, \lambda_{a/bi} \geq 0, i = 1, 2, \cdots, m; s^- \geq 0; s^+ \geq 0.$$

其中: $\theta_h(a/b)$ 为决策单元 DMU_i 投入相对于产出的有效性; ε 为非阿基米德无穷小 (ε 取 10^{-7}); $\lambda_{a/bi}$ 为未知变量; 松弛变量 $S^- = (s_{1-}, s_{2-}, \cdots, s_{n-})^T$; $S^+ = (s_{1+}, s_{2+}, \cdots, s_{r+})^T$; $\hat{e}^T = (1, 1, \cdots, 1)^T \in E_n$, $e^T = (1, 1, \cdots, 1)^T \in E_r$; n, r 分别代表输入指标和输出指标数目. $\rho = 0$ 时为 C^2R 模型, $\rho = 1$ 时为 C^2GS^2 模型.

用 $\theta_h(a/b)$ 表示 a 运输方式对 b 运输方式的协调效率, 反映两种方式间的协调程度. $\theta_h(a/b) \in [0, 1]$, $\theta_h(a/b)$ 越接近于 1, 说明 a 运输方式对 b 运输方式的协调性越好. 若 $\theta_h(a/b) = 0$ 表明 a 与 b 两种方式之间完全不协调; 若 $\theta_h(a/b) = 1$ 表明 a 与 b 两种方式之间完全协调, 协调度的评价标准如表 3 所示^[9].

表 3 协调效率与协调状态对应关系

Tab.3 The corresponding relationship between the correlated utility degree and the correlated state

协调效率 Correlated utility degree	<0.7	0.7~0.8	0.8~0.9	0.9~1.0	1.0
协调水平 Correlated level	E	D	C	B	A
协调状态 Correlated state	不协调 Incoordination	不太协调 Not very correlation	基本协调 Basic correlation	比较协调 Comparative correlation	完全协调 Complete correlation

2) 运输方式间协调发展效率计算

m 种运输方式间协调效率可用以下公式进行计算:

$$\theta(1, 2, \cdots, n) = \sum_{i=1}^n \theta(i/\bar{i}) \theta(\bar{i}) / \sum_{i=1}^n \theta(\bar{i}), n = 2, 3, \cdots, m.$$

式中: $\theta(i/\bar{i}) = \min\{\theta_h(i/\bar{i}), \theta_h(\bar{i}/i)\} / \max\{\theta_h(i/\bar{i}), \theta_h(\bar{i}/i)\}$; m 为运输方式的个数; \bar{i} 表示所研究的 n 种运输方式中除了 i 方式外其他任意 $n-1$ 种方式的集合; $\theta(\bar{i})$ 表示除了 i 方式外其他 $n-1$ 种方式间的协调效率; $\theta_h(\bar{i})$ 表示 i 方式对其他 $n-1$ 种方式的协调效率; $\theta_h(\bar{i}/i)$ 表示其他 $n-1$ 种方式对 i 方式的协调效率.

研究的四种运输方式中, 公路运输方式记为 h , 铁路运输方式记为 r , 水路运输方式记为 w , 航空运输方式记为 d .

2.3 福建省各运输方式间协调评价结果

以各运输方式的运输线路里程、从业人员和固定资产投资额作为评价福建省各运输方式间协调程度的输入指标, 以各运输方式的客、货运量及周转量为输出指标. 选取 2003—2012 年的历史数据, 通过 DEA 评价方法, 利用 LINGO 软件^[10], 计算后得出各运输方式之间的协调效率如表 4 所示.

表 4 福建省各运输方式间的协调效用
Tab.4 The correlated utility degree of each transport mode in Fujian province

年份 Year	$\theta(h,r)$	$\theta(h,w)$	$\theta(h,d)$	$\theta(r,w)$	$\theta(r,d)$	$\theta(w,d)$	$\theta(h,r,w)$	$\theta(h,r,d)$	$\theta(h,w,d)$	$\theta(r,w,d)$	$\theta(h,r,w,d)$
2003	0.53	0.62	0.57	0.62	0.73	0.88	0.71	0.88	0.90	0.85	0.77
2004	0.59	0.65	0.62	0.65	0.79	0.89	0.77	0.85	0.87	0.86	0.86
2005	0.61	0.68	0.66	0.67	0.82	0.95	0.85	0.83	0.93	0.92	0.86
2006	0.63	0.73	0.67	0.71	0.95	1.00	0.87	0.92	0.97	1.00	0.88
2007	0.68	0.79	0.69	0.75	0.91	1.00	0.63	0.78	0.86	0.93	0.84
2008	0.55	0.63	0.71	0.63	0.89	0.94	0.75	0.91	1.00	1.00	0.85
2009	0.78	0.85	0.80	0.77	1.00	1.00	0.93	0.97	1.00	0.95	0.86
2010	0.86	0.98	0.82	0.79	0.97	1.00	0.92	1.00	0.99	0.97	0.90
2011	0.93	0.95	0.89	0.85	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.93	0.93
2012	0.97	0.95	0.99	0.89	1.00	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	0.96
均值 Mean value	0.713	0.783	0.742	0.733	0.906	0.965	0.840	0.914	0.952	0.941	0.912

3 运输方式间协调评价结果与分析

从计算结果来看, 福建省在实行海西经济大开发政策后, 各运输方式间呈现较为协调地发展状态, 协调程度呈现良好的增长趋势. 在全部计算结果中处于不协调状态的为 17.3%, 不太协调的为 13.6%, 基本协调及更好协调状态的为 69.4%.

3.1 两种运输方式之间的协调性

两种运输方式之间, 福建省航空运输与水路运输之间协调性最好. 近 10 年来这两种运输方式的协调效用平均值达到了 0.965, 并且其中有 5 年的协调效用达到了最理想状态, 这是由于福建省的水资源丰富, 具有得天独厚的水路运输条件, 在 2004 年以后福建省不断鼓励相关企业发展集装箱船舶、大吨位船舶、油船等专业船队, 推进企业规模化、集约化发展, 航运的总体水平不断提高^[11]. 随着我国对外贸易的发展, 福建省海上集装箱运输飞速发展, 适合大宗物资的长途干线运输, 运量大, 运输成本低, 但受运输环境影响大, 运输速度慢. 而航空运输由于其特殊性, 它与水路运输在技术经济特性方面差异较大, 基本上不存在直接竞争. 航空运输速度快, 航程远, 对时效性强的客、货运输具有竞争优势, 但运量小, 则运输成本高^[12], 因此, 福建省的航空运输与水路运输之间的竞争关系不明显, 互补性强, 协调性好. 相反, 在两种运输方式之间, 福建省公路运输与铁路运输协调性最低, 近 10 年来这两种方式的协调效用平均值仅为 0.713, 并且有 6 年处于不协调的状态, 这是由于公路和铁路, 在 200~500 km 范围内二者在客运方面竞争非常激烈^[13], 在这个区段内它们在运输速度、运输价格、运输时间等方面具有一定相似性, 而且公路和铁路是福建省主要的两大运输方式, 因此其协调效用相对其他运输方式较小, 协调状态较差.

3.2 三种运输方式之间的协调性

三种运输方式之间, 公路、水路与航空运输之间协调性最好. 近 10 年来这三种方式的协调效用平均值达到了 0.952, 这是由于这三种运输方式的竞争优势互为补充, 基本上不存在明显的竞争领域. 福建省公路运输是客、货运输的主要承担者, 全省目前基本形成“两纵三横”高速公路主骨架. 公路运输具有方便、灵活的特点, 能为长途干线运输完成首尾相接的集疏运输. 水路运输方面, 目前福建省海岸线居全国之最, 随着海峡西岸经济区建设的加快, 厦门、福州、湄洲湾三大港区发挥着龙头作用, 其中厦门港实现货物吞吐量突破亿吨, 成为福建省首个亿吨大港, 为航运业调整振兴提供了历史性发展机遇. 航空运输方面, 目前闽台航空合作取得重大进展, 开通福州、厦门至台北、台中、高雄等客运航线, 以及福州、厦门至台北货运航线^[14], 便捷丰富的客、货运航线为距离长、时效性

强的运输需求者提供了最佳的选择。在三种运输方式中,公路、水路与铁路运输的协调性较低,近 10 年来这三种方式的协调效率平均值达到了 0.84,处于基本协调的状态,其他三种运输方式之间的协调性处于比较协调的状态。

3.3 四种运输方式之间的协调性

四种运输方式之间的协调性整体属于比较协调的情况,协调效率从 2003 年的 0.77 增加到 2012 年的 0.96,说明这四种运输方式之间呈现不断协调发展的状况。因此,从总体来看,福建省各运输方式之间的协调性较好,朝着分工协作,协调互补的方向发展,但离完全协调仍有一定的差距,还需要结合福建省的实际情况,借鉴发达国家的经验,对各运输方式进行综合管理,建立综合运输管理体系,考虑由一个综合管理部门统一管理各种运输方式的协调与衔接,使各运输方式由独立发展向一体化发展转变。并且通过从事不同运输方式的相关企业的联合与协作,发展各运输方式的有效衔接,真正实现一票到底,全程负责的联合运输,充分发挥各运输方式的优势,为运输需求者提供优质、便捷的运输服务,真正实现客运“零换乘”和货运“无缝衔接”^[15]。

4 结束语

福建省各运输方式分工协作问题是运输系统未来发展的关键问题,也是综合运输的核心问题,研究表明,随着经济的发展和人们生活水平的提高,各运输方式的分工协作格局在不断发生变化。本文运用数据包络分析法对福建省各运输方式之间的协调发展程度进行了定量计算和分析,结果表明福建省各运输方式之间的协调性较好,并呈现出较好地协调增长趋势,但还需要从各运输方式的综合管理、有效衔接、联合经营等方面不断解决发展中存在的问题,促进各方式的进一步协调发展。

笔者在以后研究中还将结合各运输方式间的发展效率和综合效率进行更深入地研究。

[参考文献]

- [1] 彭语冰,韦霞.基于 DEA 的区域交通运输协调发展研究[J].中国民航大学学报,2014,32(1):60-63.
- [2] 熊崇俊,宁宣熙,潘颖莉.中国综合交通各运输方式协调发展评价研究[J].系统工程,2006,24(6):1-7.
- [3] 张辉鑫,汤小华.20 世纪 90 年代福建区域经济差异及其对策研究[J].福建师范大学学报(哲学社会科学版),2001(4):19-23.
- [4] 冯凤玲,武义青,段红霞.基于 DEA 的综合交通运输协调发展评价研究——以河北省为例[J].科技与产业,2012,12(7):88-93.
- [5] 曾已泷,李若蕾.基于数据包络分析的军事运输方式选择研究[J].国防交通工程与技术,2012(6):43-45,42.
- [6] CHARNES A, COOPER W W. Using DEA to evaluate relative efficiencies in the economic performance of Chinese cities [M]. [S. l.]:Socio-Economic Planning Sciences, 1989: 9-30.
- [7] 傅成红,刘国买,段爱华.综合运输协调发展的 DEA 评价[J].系统工程,2012,30(7):99-104.
- [8] M - M YU, ERWIN T J LIN. Efficiency and effectiveness in railway performance using multi - activity network DEA model [J]. The International Journal of Management Science, 2008(36): 1005-1017.
- [9] 陈诚.北京市综合运输货运系统协调性研究[D].北京:北京交通大学,2013. 19-20.
- [10] 谢金星,薛毅.优化建模与 LINDO/LINGO 软件[M].北京:清华大学出版社,2005:390-400.
- [11] 刘还枝.福建交通:筑就海西先行“黄金通道”[J].今日中国,2010(2):70-74.
- [12] 贺易田.论福建交通运输的发展[J].综合运输,1997(8):16-19.
- [13] 王晓燕.高铁冲击,公路客运难以回避[J].运输经理世界,2012(12):38-40.
- [14] 叶爽.福建交通发展促进民生改善[J].学术评论,2012(6):78-82.
- [15] 王伟.基于分工协作的综合运输体系发展战略研究[J].综合运输,2013(10):9-12.

(责任编辑 陈 敏 英文审校 周云龙)